

ELABORACIÓN DE UN MAPA DE INVENTARIO DE INESTABILIDADES DE LOS TALUDES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL SANTIAGO PAYÁ (ALCOY, ALICANTE)

J. Seller¹, R. Tomás², J. Delgado³, A. Cuenca⁴

(1) Inter Alcoy S.A., Concentaina, España.
javierseller@telefonica.net

(2) Universidad de Alicante, España
Escuela Politécnica Superior de Alicante, Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía
roberto.tomas@ua.es

(3) Universidad de Alicante, España
Facultad de Ciencias, Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.
Jose.delgado@ua.es

(4) Generalitat Valenciana, España
Laboratorio de Carreteras, Alicante
cuenca_art@gva.es

RESUMEN

Los mapas de inventario de movimientos de ladera se realizan durante las primeras etapas de investigación de los procesos de inestabilidad de laderas y de zonas inestables. Estos mapas resultan de gran utilidad dado que facilitan las tareas de prevención y el análisis de estabilidad.

En el presente trabajo se muestra la metodología seguida para elaborar un mapa de inventario de movimientos de ladera en el Polígono Industrial de Santiago Payá situado en el término municipal de Alcoy (Alicante) así como la cartografía resultante.

Palabras clave: movimiento de ladera, mapa de inventario, Alcoy

ABSTRACT

Landslides inventory maps are elaborated during slope instability processes and instable areas initial phases of investigations. These maps are very useful because facilitate prevention works and stability analysis.

In this work we present the methodology used to create a landslide inventory map of the Santiago Payá industrial park located in Alcoy (Alicante) and the resulting cartography.

Keywords: landslide, inventory map, Alcoy

1. Introducción

La mayor parte de obras realizadas por el hombre precisan de zonas llanas sobre las que asentar sus construcciones. Estas intervenciones sobre el medio dan lugar a la excavación de taludes que han de ser capaces de soportar unas condiciones mínimas de estabilidad a largo plazo. Cuando esta exigencia no se cumple, con el tiempo comienzan a generarse inestabilidades sobre los taludes o laderas próximas a la zona de actuación, siendo irremediable la intervención del hombre para asegurar la estabilidad de los mismos. Una vez detectado el problema, el primer paso suele ser la elaboración de un mapa de inventario de las zonas comprometidas, para posteriormente determinar las actuaciones concretas a realizar sobre cada una de ellas.

De forma genérica, los mapas son herramientas utilizadas para la representación espacial de información. Los mapas de inventario de inestabilidades proporcionan un mapa descriptivo de datos (Cotecchia, 1978) en el que se establece la localización espacial de los procesos y/o las zonas afectadas, así como las características de las mismos (González Vallejo et al., 2002). Éstos se realizan durante las primeras etapas de investigación de los procesos de inestabilidad, y resultan de gran utilidad dado que facilitan el posterior trabajo de ingenieros, científicos, planificadores, etc. Estos mapas han de contener fundamentalmente, además de la topografía y la geomorfología, las inestabilidades representadas puntualmente o zonalmente, dependiendo de la escala de trabajo y el tamaño de las mismas. A éstos se les puede añadir información adicional que nos indique el tipo de movimiento, la edad, la actividad, la litología del material movilizado, etc.

Numerosos autores han elaborado mapas de inventario de movimientos de ladera durante las primeras etapas de planificación para posteriormente elaborar cartografías de susceptibilidad en base a ellos como por ejemplo Carrara and Merenda (1976), Cotecchia (1978), Parise (2001), Ayenew et al.(2005), Duman et al. (2005), Moreiras (2005).

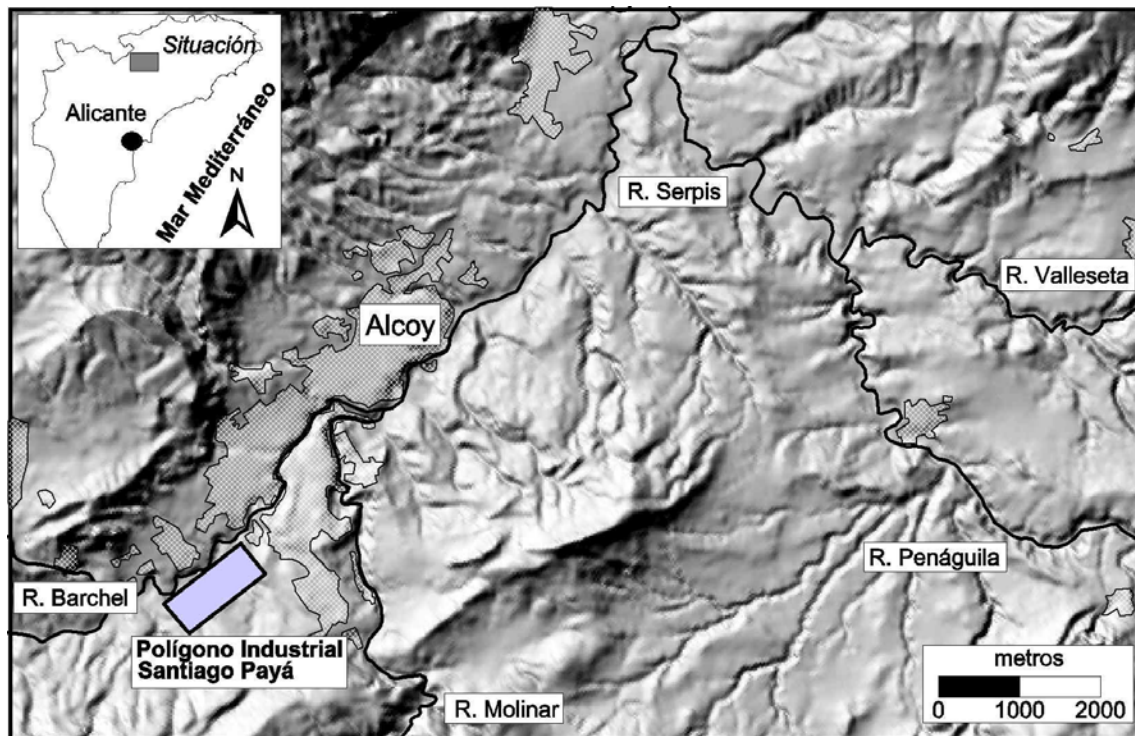


Fig. 1.- Situación y emplazamiento del polígono industrial de Santiago Payá.

Este estudio se centra en el polígono industrial Santiago Payá, situado al SW de la ciudad de Alcoy (Fig. 1). Éste cuenta con una superficie de 140.640 metros cuadrados, de los cuales el 17 % pertenecen a terrenos ganados por excavación en materiales margosos del mioceno (IGME, 1985) por lo que presenta numerosos taludes, a veces de gran altura. Fue construido en el año 1991 y desde entonces se han ido detectando inestabilidades, hasta el punto en que se ha hecho necesario intervenir en algunos de ellos.

A continuación se presentan los resultados de elaboración de una cartografía de inventario de inestabilidades, además de la metodología de elaboración de la misma.

2. Equipo necesario y datos previos

El inventario del presente trabajo se ha realizado íntegramente en el campo, con posterior apoyo en gabinete de fotos aéreas y ortofotos de la zona.

El trabajo de campo necesario para su elaboración se ha llevado a cabo haciendo uso del equipo habitualmente utilizado en este tipo de trabajos. Éste ha consistido en una brújula con clinómetro para la medición de las orientaciones y buzamientos de los taludes, una cinta métrica, un flexímetro para la medición de las magnitudes principales de cada inestabilidad, una cámara de fotos, así como un equipo tomamuestras empleado para la extracción de testigos de suelo inalterados de los diferentes taludes estudiados para su posterior ensayo en laboratorio.

Igualmente se ha hecho uso de una serie de ortofotos digitales a escala 1:5000 del año 1991 que han servido como fuente de datos sobre inestabilidades existentes, litologías, cobertura de vegetación así como para conocer el estado de la zona antes de su urbanización.

Los trabajos de cartografiado se han realizado sobre una base digital georreferenciada a escala 1:1000 del polígono industrial con una equidistancia entre curvas de nivel de 1 m. El mapa base contenía además de la información topográfica diversa información útil como los viales, taludes y parcelas del proyecto de urbanización.

3. Toma de datos

La planificación de la campaña y la toma de datos ha consistido principalmente en la delimitación o sectorización de las zonas de estudio o taludes que componen los desmontes de dicho polígono industrial, el reconocimiento en campo de los movimientos existentes en ellos y la ubicación de las secciones tipo objeto de estudio del análisis de estabilidad contabilizando un total de 15 movimientos, diferenciando un total de 6 taludes o zonas de estudio (taludes A, B, C, D, E y F) con propiedades similares (geometría, litología, orientación, altura, etc.), existiendo taludes que presentan inestabilidades y taludes en los que no se ha producido ninguna inestabilidad.

Una vez definidos los taludes o zonas de estudio, se pasó a caracterizar cada uno de ellos (Tabla 1) obteniendo datos de diversa índole que serán de gran utilidad para la posterior modelización: datos litológicos (litología, buzamiento y dirección), datos geométricos (buzamiento general del talud, buzamiento de banco del talud, dirección, altura, número de bermas) así como otros parámetros del talud (vegetación, presencia de agua, medidas correctoras, uso del suelo en la coronación, afecciones). El reconocimiento del tipo de inestabilidad se ha realizado atendiendo a la clasificación de Cruden y Varnes (1996) y la propuesta por Corominas y García-Yagüe (1997).

Como puede verse las pendientes medias de los taludes (Tabla 1) oscilan entre 26 y 34° con pendientes de banco mayores (entre 35 y 65°). Además, todos los taludes presentan de una a tres bermas, con un ancho variable entre 2 y 4 m, dependiendo de la altura del talud, variable a su vez entre 7 y 18 m (Tabla 1).

Simultáneamente a la caracterización de los taludes se iban reconociendo *in situ* las inestabilidades. Éstas eran cartografiadas sobre soporte papel para su posterior digitalización en gabinete. A su vez se elaboraba una base de datos de las mismas (Tabla 2) anotando sus dimensiones geométricas principales (ancho de la masa inestable, longitud, altura de escarpe, tipo de inestabilidad observada, etc.) y tomando muestras de suelo para la realización del posterior análisis de estabilidad de las secciones.

Tabla 1.- Datos geométricos de los taludes (Seller, 2004).

TALUD	ALTURA (m)		ANGULO TALUD		ANGULO BANCO		N° DE INESTABILIDADES	DIRECCIÓN	N° DE BERMAS	ANCHURA DE BERMA (m)
	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO				
A	12.02	7.23	31°	29°	40°	35°	9	N 72° E / N 105° E	1 - 2	1.8 - 3.5
B	11.44	11.44	33°	33°	40°	40°	0	N 132° E	1	3.8
C	12.27	9.78	33°	27°	60°	35°	1	N 155° E	1 - 2	1.6 – 4.6
D	13.05	8.87	33°	26°	40°	40°	0	N 35° E / N 50° E	1 - 2	2.6 – 4.5
E	18.38	8.93	33°	29°	40°	40°	2	N 102° E / N 135° E	2	2.4 – 3.9
F	16.98	11.88	34°	27°	65°	35°	3	N 20° E / N 50° E	2 - 3	3 – 4.3

4. Resultados

Una vez llevada a cabo la toma de datos de los taludes y de las diferentes inestabilidades reconocidas en el campo se procedió a su digitalización sobre la cartografía disponible. El resultado fue el mapa de inventario de inestabilidades de los taludes excavados en el polígono industrial que se muestra en la Figura 2.

El análisis de las superficies digitalizadas muestra que el 17.3% de la superficie total del polígono pertenece a los taludes excavados, de los cuales un 8.3 % está afectada por inestabilidades o lo que es equivalente, un 1.4 % de la superficie del polígono presenta problemas evidentes de inestabilidad. El 86,7 % de estas inestabilidades es de tipo localizado, pertenecientes a movimientos de tipo complejo, y el 13.3 % son de tipo general, pertenecientes a deslizamientos planos.

De todos los taludes definidos, el más afectado es el talud F (Fig 2), con un 15.3 % de su superficie inestable. Sin embargo, el talud B no presentas signos de inestabilidad en el que se

manifiesta el deslizamiento de mayores dimensiones que moviliza un área total de 625 metros cuadrados.

Tabla 2.- Extracto de datos de la base de datos de las inestabilidades observadas *in situ* (L: Inestabilidad a nivel localizado. G: Inestabilidad de carácter general. C: Deslizamiento plano + flujo. D.P: Deslizamiento plano; 1: Margas masivas blancas. 2: Margas arcillosas ocreas. 3: Intercalaciones de 1 y 2; 1-2: Contacto entre Margas masivas blancas y Margas arcillosas ocreas)

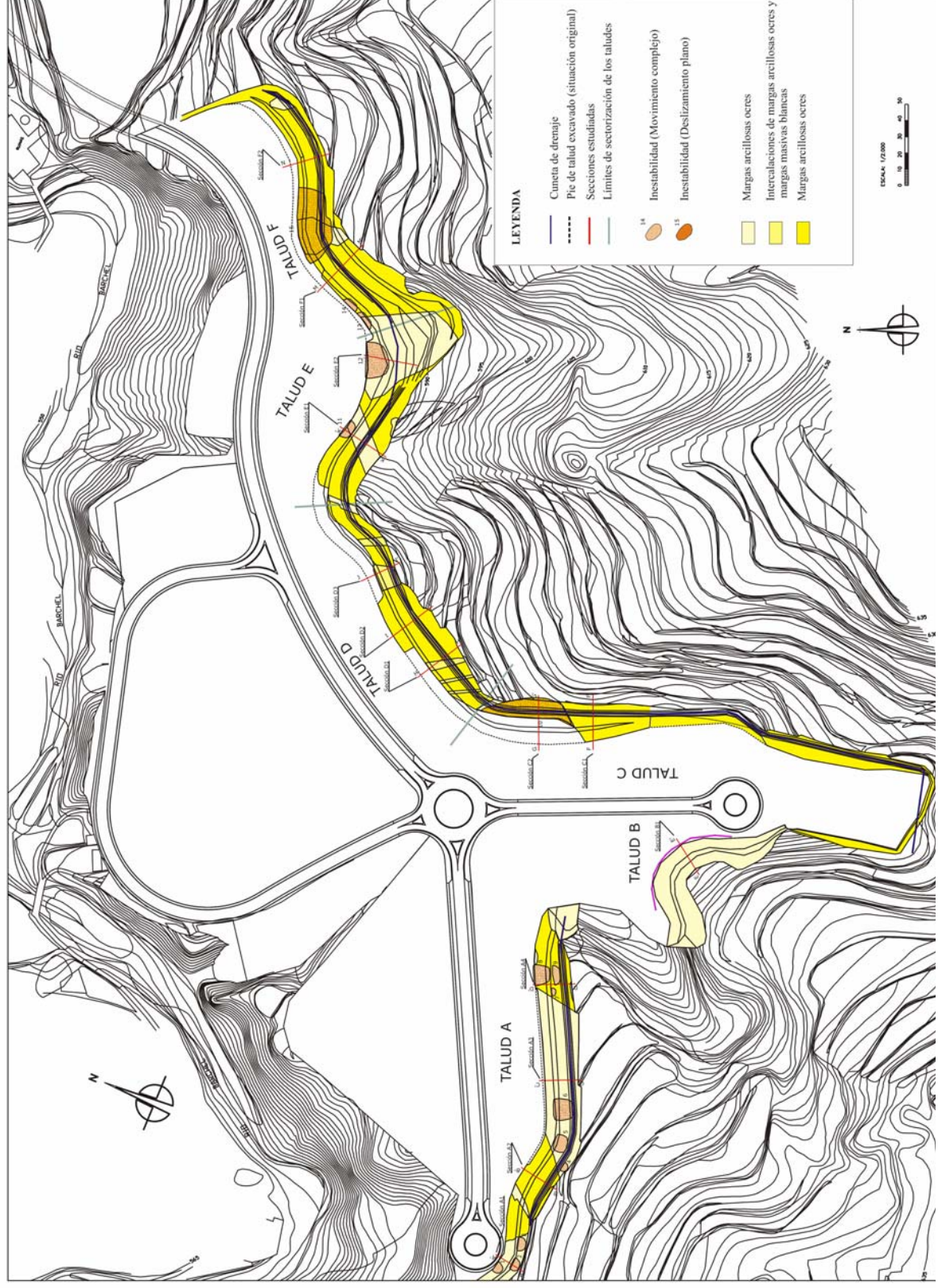
INESTABILIDAD	TALUD	TIPO DE INESTABILIDAD	TIPO DE MOVIMIENTO	LITOLOGÍA	SUPERFICIE (m ²)	ANCHO (m)	LARGO (m)	ALTURA ESCARPE (m)
1	A	L	C	2	11.69	2.2	6.3	0.10
2	A	L	C	2	13.08	3.4	5.1	0.20
3	A	L	C	2	8.30	2.2	4.2	0.15
4	A	L	C	2	19.89	4.6	4.7	0.05
5	A	L	C	2	86.12	9.1	10.3	0.45
6	A	L	C	2	110.12	9.4	12.8	0.60
7	A	L	C	1	10.38	4.3	2.8	0.05
8	A	L	C	1	42.68	5.1	9.1	0.25
9	A	L	C	1	63.48	10.2	7.7	0.15
10	C	G	D. P	3	591.86	28.3	23.5	0.90
11	E	L	C	1-2	56.18	6.6	9.9	0.10
12	E	L	C	2	157.28	14.6	11.9	0.15
13	F	L	C	1-2	118.66	12.5	10.1	0.50
14	F	L	C	1	109.39	13.1	8.6	0.15
15	F	G	D. P	1-2	625.08	36.3	17.6	1.40

5. Conclusiones

Los mapas de los deslizamientos existentes aportan información útil para entender las condiciones que contribuyen a la ocurrencia de inestabilidades. Constituyen la primera etapa en de cualquier estudio de riesgo de movimientos de ladera o taludes.

En este caso se ha realizado el estudio de detalle de las inestabilidades que afectan a los taludes del polígono industrial Santiago Payá de Alcoy observando que un 8.3 % de la superficie de estos taludes sufren importantes problemas de inestabilidad. En algunos casos, estos fenómenos de inestabilidad afectan al desarrollo cotidiano de las actividades industriales del polígono obligando incluso a ser reparados con el consecuente coste económico.

El mapa de inventario de inestabilidades obtenido ha permitido por lo tanto identificar con gran detalle la situación de las inestabilidades, lo que, en posibles etapas posteriores, facilitará la labor de establecimiento de las medidas correctoras necesarias, la valoración de los daños ocasionados así como extrapolar el conocimiento adquirido para estos taludes a zonas con características geométricas y geológicas similares.



Agradecimientos

Queremos dar las gracias al Excelentísimo Ayuntamiento de Alcoy y a la empresa Inter-alcoy S.A. por la documentación facilitada para la elaboración de este trabajo. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el grupo de investigación GRUPOS03/085 de la Generalitat Valenciana, así como por los proyectos de investigación GV04B/556 y CGL200401636/BTE.

Referencias bibliográficas

- Ayenew, T., Barbieri, G. (2005). Inventory of landslides and susceptibility mapping in the Desie area, northern Etiopía. *Engineering Geology*, **77**, 1-15.
- Carrara, A., and Merenda, L. (1976). Landslide Inventory in Northern Calabria, Southern Italy. *Geological Society of America Bulletin*, **87**, 1153-1162.
- Corominas, J., García-Yagüe, A. (1997). *Terminología de los movimientos de ladera*. IV Simposio nacional sobre taludes y laderas inestables. Granada.
- Cotecchia, V. (1978). Systematic Reconnaissance Mapping and Registration of Slope Movements. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, **17**, 5-37.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J. (1996). *Landslide types and processes*. En A.K. Turner y R.L. Schuster Eds. *Landslides. Investigation and mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247, 36-75 pp.
- Duman, T.Y., Çan, T., Emre, Ö., Keçer, M., Doğan, A., Ateş, S., Durmaz, S. (2005). Landslide inventory of northwestern Anatolia, Turkey. *Engineering Geology*, **77**, 99-114.
- González De Vallejo, L.I., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Prentice Hall. Madrid. 715 pp.
- IGME (1985). *Mapa geotécnico y de riesgos geológicos para la ordenación urbana de Alcoy*. Mapa de riesgos geológicos E: 1/25.000, 1/2.500 y 1/1.000. Memoria. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 225 pp.
- Moreiras, S.M. (2005). Landslide susceptibility zonation in the Rio Mendoza Valley, Argentina. *Geomorphology*, **66**, 345-357
- Parise, M. (2001). Landslide mapping techniques and their use in the assessment of the landslide hazard. *Physics and Chemistry of the Earth*, **26**, 697-703
- Seller, J. (2004). *Caracterización geomecánica y estudio de la estabilidad de los taludes excavados en el Polígono Industrial Santiago Payá (Alcoy)*. Trabajo Final de Carrera de Ingeniería Geológica. Universidad de Alicante, Alicante, pp. 175.